

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-160366

(43)Date of publication of application : 04.06.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 2001-054074

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 28.02.2001

(72)Inventor : MIYATA YOSHINAO

(30)Priority

Priority number : 2000084772

Priority date : 24.03.2000

Priority country : JP

2000279400

14.09.2000

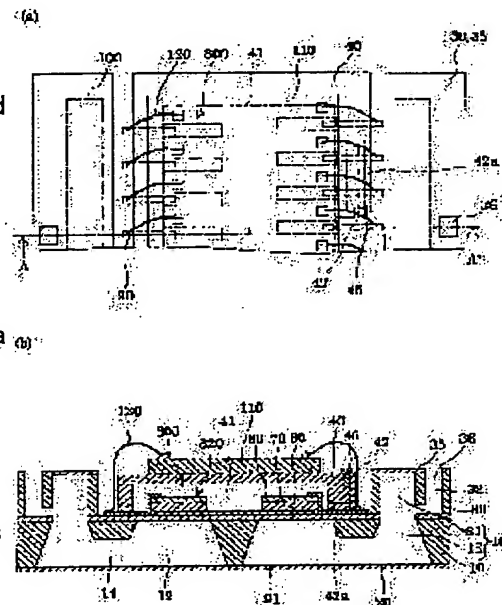
JP

(54) INK JET RECORDING HEAD AND ITS MANUFACTURING METHOD, AND INK JET RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ink jet recording head preventing malfunction of piezoelectric elements due to external environment such as humidity and the like, its manufacturing method and an ink jet recorder.

SOLUTION: This ink jet recording head comprises a channel forming substrate 10 of which the pressure generating chamber 12 communicating with nozzle openings is defined by a plurality of barrier walls, and piezoelectric elements 300 provided at one side of the channel forming substrate 10 for causing a pressure difference in the pressure generating chamber 12. The recording head further comprises a piezoelectric element retaining part 41 connected to the piezoelectric elements 300 side of the channel forming substrate 10 to secure a space to an extent not to disturb the movement of the piezoelectric 300, and substrates to be joined 40 having at least one communicating hole 42 for communicating between the piezoelectric element retaining part 41 and external parts. The piezoelectric element retaining part 41 is securely sealed off by filling the communicating hole 42 with a sealing member material 45 made of a resin.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3580363

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-160366  
(P2002-160366A)

(43) 公開日 平成14年6月4日(2002.6.4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

テーマコード\*(参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7  
1 0 3 H

審査請求 有 請求項の数18 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-54074(P2001-54074)  
(22) 出願日 平成13年2月28日(2001.2.28)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-84772(P2000-84772)  
(32) 優先日 平成12年3月24日(2000.3.24)  
(33) 優先権主張国 日本(J P)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-279400(P2000-279400)  
(32) 優先日 平成12年9月14日(2000.9.14)  
(33) 優先権主張国 日本(J P)

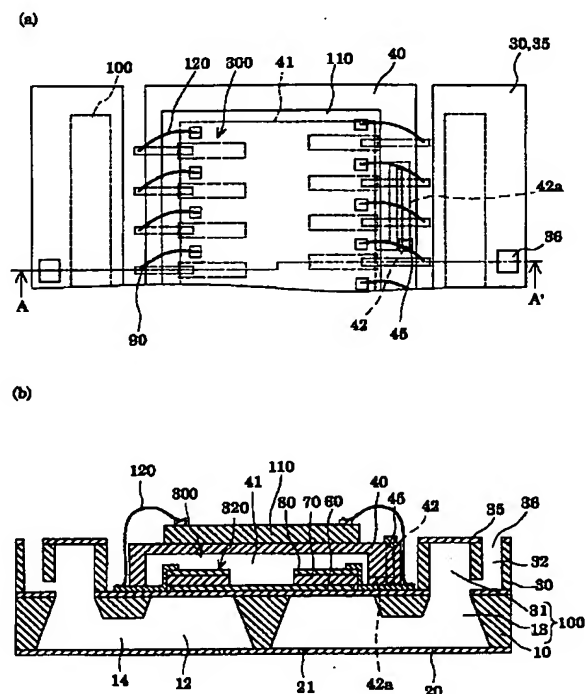
(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(72) 発明者 宮田 佳直  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
(74) 代理人 100101236  
弁理士 栗原 浩之  
Fターム(参考) 2C057 AF66 AF67 AF93 AG14 AG85  
AP02 AP25 AP79 AP90 AQ02  
BA04 BA14

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置

(57) 【要約】

【課題】 圧電素子の湿気等の外部環境に起因する動作不良を防止したインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置を提供する。

【解決手段】 ノズル開口に連通する圧力発生室12が複数の隔壁によって画成される流路形成基板10と、流路形成基板10の一方面側に設けられて圧力発生室12内に圧力変化を生じさせる圧電素子300とを具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、流路形成基板10の圧電素子300側に接合されて圧電素子300の運動を阻害しない程度の空間を確保する圧電素子保持部41と圧電素子保持部41と外部とを連通する少なくとも一つの連通孔42とを有する接合基板40を具備し、連通孔42に樹脂からなる封止部材45を充填することにより、圧電素子保持部41を確実に密封する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル開口に連通する圧力発生室が複数の隔壁によって画成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子とを具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記流路形成基板の前記圧電素子側に接合されて当該圧電素子の運動を阻害しない程度の空間を確保する圧電素子保持部と該圧電素子保持部と外部とを連通する少なくとも一つの連通孔とを有する接合基板を具備し、前記連通孔に樹脂からなる封止部材が充填されて前記圧電素子保持部が密封されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記圧電素子保持部が、大気圧よりも低い気圧で密封されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 3】 請求項 2 において、前記連通孔の一部が、前記接合部材の前記流路形成基板との接合面に形成される溝部で構成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1～3 の何れかにおいて、前記連通孔の全長  $x$  が、当該連通孔の単位長さ当たりの流路抵抗  $R$ 、前記封止部材が前記連通孔に注入される際の注入圧力  $P$ 、前記連通孔の開口面積  $S$  及び前記封止部材の硬化時間  $t$  によって表される下記式 (1) の関係を満たす長さであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【数 1】

$$x > \frac{\sqrt{2 \times P \times t}}{\sqrt{R \times S}} \quad (1)$$

【請求項 5】 請求項 1～4 の何れかにおいて、前記連通孔の長さ方向の一部の流路抵抗が他の部分よりも大きい抵抗部を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 6】 請求項 5 において、前記抵抗部は、前記連通孔の他の部分よりも断面積が狭くなっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 7】 請求項 5 又は 6 において、前記抵抗部が、前記連通孔の前記封止部材が入り込む位置に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 8】 請求項 3～7 の何れかにおいて、前記連通孔は、前記圧電素子保持部と外部とを連通する方向に対して接合面内で蛇行していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 9】 請求項 1～8 の何れかにおいて、前記圧電素子保持部に、乾燥流体が充填されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 10】 請求項 9 において、前記乾燥流体が、

不活性ガスであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 11】 請求項 9 において、前記乾燥流体が、酸化性ガスを含有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 12】 請求項 1～11 の何れかにおいて、前記接合部材上には、前記圧電素子を駆動する駆動用 IC が搭載され、該駆動用 IC を覆って設けられる樹脂からなる保護部材が、前記封止部材を兼ねていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 13】 請求項 1～12 の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 14】 請求項 1～13 の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項 15】 ノズル開口に連通する圧力発生室が複数の隔壁によって画成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子とを具備するインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、

前記流路形成基板の前記圧電素子側に当該圧電素子の運動を阻害しない程度の空間を確保した圧電素子保持部と該圧電素子保持部と外部とを連通する連通孔を有する接合部材を接着して接合体を形成する第 1 の工程と、前記接合体を構成する前記接合部材の少なくとも前記連通孔上に未硬化樹脂を滴下する第 2 の工程と、前記接合体を所定の密封空間に配置すると共にこの密封空間を減圧する第 3 の工程と、前記密封空間を常圧に戻して前記未硬化樹脂を硬化する第 4 の工程とを有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 16】 請求項 15 において、前記第 2 の工程の前に、前記圧電素子保持部内の空気を乾燥流体と置換する置換工程をさらに有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 17】 請求項 16 において、前記置換工程は、前記接合体を前記乾燥流体が充填された所定の密封空間に配置すると共にこの密封空間を減圧する工程と、前記密封空間に前記乾燥流体を導入して常圧に戻す工程とを含むことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項 18】 請求項 15～17 の何れかにおいて、前記第 2 の工程では、前記未硬化樹脂を前記接合部材上に設けられた前記圧電素子を駆動する駆動回路を覆って設けることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を介して圧電素子を設けて、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの2種類が実用化されている。

【0003】前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に亘って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0006】これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このように圧電素子を圧電材料のスパッタリングにより構成した場合には、グリーンシートを焼成して構成されたものと略同一電圧で駆動すると、圧電素子が薄い分だけ高い電界が印加され、大気中の湿気を吸収した場合には駆動電極間のリーク電流が増加しやすく、ついには絶縁破壊に至るという問題を抱えている。

【0008】本発明は、このような事情に鑑み、圧電素子の湿気等の外部環境に起因する動作不良を防止したイ

ンクジェット式記録ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が複数の隔壁によって画成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子とを具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記流路形成基板の前記圧電素子側に接合されて当該圧電素子の運動を阻害しない程度の空間を確保する圧電素子保持部と該圧電素子保持部と外部とを連通する少なくとも一つの連通孔とを有する接合部材を具備し、前記連通孔に樹脂からなる封止部材が充填されて前記圧電素子保持部が密封されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0010】かかる第1の態様では、圧電素子を圧電素子保持部内に比較的容易に密封することができ、外部環境に起因する圧電素子の動作不良を防止したインクジェット式記録ヘッドを実現できる。

【0011】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記圧電素子保持部が、大気圧よりも低い気圧で密封されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0012】かかる第2の態様では、連通孔を封止する封止部材の一部が連通孔内に引き込まれるため、圧電素子保持部をより確実に密封することができる。

【0013】本発明の第3の態様は、第2の態様において、前記連通孔の一部が、前記接合部材の前記流路形成基板との接合面に形成される溝部で構成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0014】かかる第3の態様では、溝部の形状及び長さを調整することにより、封止部材が連通孔内に引き込まれる量が制御される。

【0015】本発明の第4の態様は、第1～3の何れかの態様において、前記連通孔の全長 $x$ が、当該連通孔の単位長さ当たりの流路抵抗 $R$ 、前記封止部材が前記連通孔に注入される際の注入圧力 $P$ 、前記連通孔の開口面積 $S$ 及び前記封止部材の硬化時間 $t$ によって表される下式(1)の関係を満たす長さであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0016】

【数2】

$$x > \frac{\sqrt{2 \times P \times t}}{\sqrt{R \times S}} \quad (1)$$

【0017】かかる第4の態様では、圧電素子保持部内に封止部材が入り込まない程度に、連通孔の長さを比較的短くすることができるため、接合部材の面積を小さく抑えることができ、コストを抑えることができる。

【0018】本発明の第5の態様は、第1～4の何れか

の態様において、前記連通孔の長さ方向の一部の流路抵抗が他の部分よりも大きい抵抗部を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0019】かかる第5の態様では、抵抗部によって封止部材が圧電素子保持部内に入り込むのを確実に防止することができる。

【0020】本発明の第6の態様は、第5の態様において、前記抵抗部は、前記連通孔の他の部分よりも断面積が狭くなっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0021】かかる第6の態様では、断面積を狭くすることにより、比較的容易に抵抗部の流路抵抗を他の部分よりも大きくできる。

【0022】本発明の第7の態様は、第5又は6の態様において、前記抵抗部が、前記連通孔の前記封止部材が入り込む位置に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0023】かかる第7の態様では、封止部材が圧電素子保持部内に入り込むのをより確実に防止することができる。

【0024】本発明の第8の態様は、第3～7の何れかの態様において、前記連通孔は、前記圧電素子保持部と外部とを連通する方向に対して接合面内で蛇行していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0025】かかる第8の態様では、所望の長さの連通孔を比較的狭い面積に形成することができる。

【0026】本発明の第9の態様は、第1～8の何れかの態様において、前記圧電素子保持部に、乾燥流体が充填されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0027】かかる第9の態様では、圧電素子が乾燥流体雰囲気中に保持されるので、外部環境の変化に起因する動作不良がより確実に防止される。

【0028】本発明の第10の態様は、第9の態様において、前記乾燥流体が、不活性ガスであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0029】かかる第10の態様では、圧電素子が不活性ガス雰囲気中に保持され、外部環境変化から隔離される。

【0030】本発明の第11の態様は、第9の態様において、前記乾燥流体が、酸化性ガスを含有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0031】かかる第11の態様では、主に酸化物から形成される圧電体層の劣化が防止される。

【0032】本発明の第12の態様は、第1～11の何れかの態様において、前記接合部材上には、前記圧電素子を駆動する駆動用ICが搭載され、該駆動用ICを覆って設けられる樹脂からなる保護部材が、前記封止部材を兼ねていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0033】かかる第12の態様では、保護部材が封止部材を兼ねるため、製造コストを低減できる。

【0034】本発明の第13の態様は、第1～12の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0035】かかる第13の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【0036】本発明の第14の態様は、第1～13の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0037】かかる第14の態様では、ヘッドの信頼性を向上したインクジェット式記録装置を実現できる。

【0038】本発明の第15の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が複数の隔壁によって画成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に設けられて前記圧力発生室内に圧力変化を生じさせる圧電素子とを具備するインクジェット式記録ヘッドの製造方法において、前記流路形成基板の前記圧電素子側に当該圧電素子の運動を阻害しない程度の空間を確保した圧電素子保持部と該圧電素子保持部と外部とを連通する連通孔を有する接合部材を接着して接合体を形成する第1の工程と、前記接合体を構成する前記接合部材の少なくとも前記連通孔上に未硬化樹脂を滴下する第2の工程と、前記接合体を所定の密封空間に配置すると共にこの密封空間を減圧する第3の工程と、前記密封空間を常圧に戻して前記未硬化樹脂を硬化する第4の工程とを有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0039】かかる第15の態様では、連通孔を樹脂によって比較的容易且つ確実に封止することができ、圧電素子保持部を確実に密封することができる。

【0040】本発明の第16の態様は、第15の態様において、前記第2の工程の前に、前記圧電素子保持部内の空気を乾燥流体と置換する置換工程をさらに有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0041】かかる第16の態様では、圧電素子保持部内に乾燥流体が充填されるため、圧電素子が乾燥流体雰囲気中に保持され、外部環境に起因する圧電素子の動作不良が防止される。

【0042】本発明の第17の態様は、第16の態様において、前記置換工程は、前記接合体を前記乾燥流体が充填された所定の密封空間に配置すると共にこの密封空間を減圧する工程と、前記密封空間に前記乾燥流体を導入して常圧に戻す工程とを含むことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0043】かかる第17の態様では、乾燥流体を圧電

素子保持部内に比較的容易且つ確実に充填することができる。

【0044】本発明の第18の態様は、第15～17の何れかの態様において、前記第2の工程では、前記未硬化樹脂を前記接合部材上に設けられた前記圧電素子を駆動する駆動回路を覆って設けることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0045】かかる第18の態様では、樹脂によって圧電素子保持部を密封すると共に、駆動回路を保護することができる、製造工程を簡略化できる。

【0046】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図2は、図1の平面図及び断面図である。

【0047】図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10としては、通常、150～300 $\mu\text{m}$ 程度の厚さのものが用いられ、望ましくは180～280 $\mu\text{m}$ 程度、より望ましくは220 $\mu\text{m}$ 程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0048】流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ1～2 $\mu\text{m}$ の弾性膜50が形成されている。

【0049】一方、流路形成基板10の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、複数の隔壁11により区画された圧力発生室12が幅方向に並設されている。また、その長手方向外側には、後述するリザーバ形成基板のリザーバ部に連通して各圧力発生室12の共通のインク室となるリザーバ100の一部を構成する連通部13が形成され、各圧力発生室12の長手方向一端部とそれぞれインク供給路14を介して連通されている。なお、このインク供給路14も圧力発生室12と同様に隔壁11によって区画されている。

【0050】ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて(110)面に垂直な第1の(111)面と、この第1の(111)面と約70度の角度をなし且つ上記(110)面と約35度の角度をなす第2の(111)面とが出現し、(110)面のエッチングレートと比較して(111)面のエッチングレートが約1/180であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第1の(111)面と斜めの二つの第2の(111)面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

【0051】本実施形態では、各圧力発生室12の長辺

を第1の(111)面で、短辺を第2の(111)面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板10をほぼ貫通して弾性膜50に達するまでエッチングすることにより形成されている。ここで、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。また各圧力発生室12の一端に連通する各インク供給路14は、圧力発生室12より浅く形成されており、圧力発生室12に流入するインクの流路抵抗を一定に保持している。すなわち、インク供給路14は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング(ハーフエッチング)することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【0052】この流路形成基板10の開口面側には、各圧力発生室12とインク供給路14とは反対側で連通するノズル開口21が穿設されたノズルプレート20が接着剤や熱溶着フィルム等を介して固着されている。なお、ノズルプレート20は、厚さが例えば、0.1～1mmで、線膨張係数が300℃以下で、例えば2.5～4.5 $[\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$ であるガラスセラミックス、又は不銹鋼などからなる。ノズルプレート20は、一方の面で流路形成基板10の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、ノズルプレート20は、流路形成基板10と熱膨張係数が略同一の材料で形成するようにしてもよい。この場合には、流路形成基板10とノズルプレート20との熱による変形が略同一となるため、熱硬化性の接着剤等を用いて容易に接合することができる。

【0053】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口21の大きさと、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口21は数十 $\mu\text{m}$ の直径で精度よく形成する必要がある。

【0054】一方、流路形成基板10の開口面とは反対側の弾性膜50の上には、厚さが例えば、約0.2 $\mu\text{m}$ の下電極膜60と、厚さが例えば、約1 $\mu\text{m}$ の圧電体層70と、厚さが例えば、約0.1 $\mu\text{m}$ の上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体層70及び上電極膜80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体層70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体層70から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体駆動部320という。本実施形態では、下電極膜60は圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としてい



るが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。

【0055】なお、本実施形態では、圧電素子300の上電極膜80の長手方向一端部近傍からリード電極90が圧力発生室12の周壁に対向する領域に延設されており、その先端部は、後述する接合部材の外側に位置している。

【0056】また、流路形成基板10の圧電素子300側の連通部に対応する部分には、リザーバ100の少なくとも一部を構成するリザーバ部31を有するリザーバ形成基板30がそれぞれ接合されている。このリザーバ部31は、本実施形態では、リザーバ形成基板30を厚さ方向に貫通して圧力発生室12の幅方向に亘って形成されている。そして、上述のように流路形成基板10の連通部13と弾性膜50に形成された貫通孔51を介して連通されて各圧力発生室12の共通のインク室となるリザーバ100を構成している。

【0057】このリザーバ形成基板30としては、例えば、ガラス、セラミック材料等の流路形成基板10の熱膨張率と略同一の材料を用いることが好ましく、本実施形態では、流路形成基板10と同一材料のシリコン単結晶基板を用いて形成した。これにより、上述のノズルプレート20の場合と同様に、熱硬化性の接着剤を用いた高温での接着であっても両者を確実に接着することができる。

【0058】さらに、このリザーバ形成基板30には、例えば、ステンレス鋼(SUS)等の金属からなる封止板35が接合されてリザーバ100が封止されている。また、このリザーバ100の長手方向略中央部外側の封止板35には、リザーバ100にインクを供給するためのインク導入口36が形成されている(図2参照)。さらに、リザーバ形成基板30には、インク導入口36とリザーバ100の側壁とを連通するインク導入路32が設けられている。

【0059】また、流路形成基板10の圧電素子300に対応する領域には、圧電素子300の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態でその空間を密封可能な圧電素子保持部41を有する接合部材40が接着されている。また、この接合部材40には、圧電素子保持部41と外部とを連通する連通孔42が設けられ、本実施形態では、この連通孔42の一部は、図3に示すように、接合部材40の流路形成基板10との接合面側に設けられた、例えば、深さが10 $\mu$ m程度、幅が100 $\mu$ m程度の溝部42aで構成されている。

【0060】なお、この接合部材40上には、圧電素子300を駆動するための、例えば、回路基板あるいは駆

動回路を含む半導体集積回路(IC)等の駆動回路110が搭載され、ボンディングワイヤからなる駆動配線120を介して圧電素子300から延設されたリード電極90の先端部と電気的に接続されている。

【0061】また、接合部材40の圧電素子保持部41内には、連通孔42を介して、例えば、不活性ガス等の乾燥流体が充填され、連通孔42が、樹脂からなる封止部材45によって封止されている。また、詳しくは後述するが、この圧電素子保持部41内は、大気よりも低い気圧で密封されている。これにより、圧電素子300がこの圧電素子保持部41内の乾燥流体雰囲気中に確実に密封されて外部環境と遮断される。

【0062】なお、乾燥流体としては、不活性ガスの他、還元性ガスを用いることもできるが、逆に、酸性性ガスを含有させることにより、圧電体層の劣化を防止する環境を形成することができる。また、このような不活性ガスを用いる場合には、その中の水の蒸気圧(分圧)をできるだけ低くするのが望ましい。

【0063】ここで、圧電素子保持部41内への乾燥流体の充填手順について説明する。

【0064】まず、ヘッドを所定の乾燥流体130が充填された密封空間内に配置しその空間を減圧する。この際、圧電素子保持部41内も減圧され、図4(a)に示すように、連通孔42を介して圧電素子保持部41内の空気140が外部に排出される。次いで、密封空間内に乾燥流体130を導入して常圧に戻す。これにより、図4(b)に示すように、連通孔42を介して乾燥流体130が圧電素子保持部41内に流入して充填される。すなわち、圧電素子保持部41内の空気140と乾燥流体130とが置換される。

【0065】次に、図5(a)に示すように、連通孔42に封止部材45となる、例えば、揮発性溶媒で溶解して粘度を下げた未硬化樹脂を滴下し、再び密封空間内を若干減圧する。このとき、圧電素子保持部41内の乾燥流体130の一部は、封止部材(未硬化樹脂)45に存在する細孔を介して外部に排出され、圧電素子保持部41内も減圧される。次いで、密封空間内を常圧に戻すことにより、図5(b)に示すように、封止部材(未硬化樹脂)45の一部が連通孔42内に引き込まれる。そして、この状態で揮発性溶媒を揮発させることにより、封止部材(未硬化樹脂)45が硬化し、圧電素子保持部41内に乾燥流体130を充填した状態で密封することができる。また、圧電素子保持部41内は、大気よりも低い気圧となるため、常に封止部材45が吸引された状態で保持され、圧電素子保持部41を確実に密封することができる。

【0066】なお、封止部材(未硬化樹脂)45が連通孔42内に引き込まれる量は、連通孔42の大きさ、連通孔42(溝部42a)の長さ及び封止部材(未硬化樹脂)45の粘度等によって決まり、これらは適宜決定さ

ればよい。例えば、本実施形態では、溝部 42a を接合部材 40 の端面方向に沿って延設して略コ字状に設け、すなわち、圧電素子保持部 41 と外部とを連通する方向に対して接合面内で蛇行させることにより、溝部 42a の長さを長くして流路抵抗を比較的大きくし、封止部材（未硬化樹脂）45 が圧電素子保持部 41 内に引き込まれないようにしている（図 3 参照）。

【0067】ここで、連通孔 42 の全長は、少なくとも封止部材（未硬化樹脂）45 が連通孔 42 内に引き込まれる長さよりも長いことが好ましい。すなわち、連通孔 42 の全長  $x$  は、単位長さ当たりの連通孔 42 の流路抵抗  $R$ 、封止部材 45 の連通孔 42 への注入圧力  $P$ 、連通孔 42 の開口面積  $S$  及び封止部材 45 が引き込まれる時間、すなわち封止部材の硬化時間  $t$  で表される下記式

(1) の関係を満たしていることが好ましい。

【0068】

$$R = \frac{3\mu}{4ab^3 \left\{ 1 - \frac{192b}{\pi^2 a} \left( \tanh \frac{\pi a}{2b} + \frac{1}{3^2} \tanh \frac{3\pi a}{2b} + \dots \right) \right\}} \quad (3)$$

【0072】すなわち、連通孔 42 の流路抵抗  $R$  は、封止部材 45 の粘度  $\mu$  によって決まり、連通孔 42 の全長  $x$  は、上記式 (1) に示したように、主として未硬化樹脂の粘度と硬化速度、並びに封止部材 45 が引き込まれる時間  $t$  の長さに応じて適宜決定される。したがって、連通孔 42 の長さ  $x$  を封止部材となる樹脂の特性を考慮して、上記式 (1) の関係を満たす長さとするれば、封止部材 45 が圧電素子保持部 41 内に入り込むのを確実に防止することができる。なお、この封止部材 45 が引き込まれる時間  $t$  とは、実際には、上述したように、圧電素子保持部 41 内の減圧状態が解除されて常圧に戻るまでの時間である。

【0073】例えば、図 6 に示すグラフは、連通孔 42 の断面が、長辺  $50 \mu\text{m}$ 、短辺  $25 \mu\text{m}$  の略長方形を有し封止部材 45 の粘度が  $140 (\text{P} \cdot \text{s})$  であると仮定した場合に、封止部材 45 が連通孔 42 に入り込まれる時間と長さの関係を示したものである。このグラフから分かるように、封止部材 45 が引き込まれる時間  $t$  が  $300$  秒程度では、連通孔 42 内に約  $3.9 \text{mm}$  引き込まれることになる。なお、封止部材 45 の粘度は徐々に上昇するため、実際には  $3.9 \text{mm}$  よりも短くなる。これらのことから、連通孔 42 の全長を  $4 \text{mm}$  程度にしておけば、圧電素子保持部 41 内に封止部材 45 が入り込むことがなく、且つ連通孔 42 の長さを比較的小くすることができる。

【0074】また、本実施形態では、連通孔 42 の長さによって、封止部材 45 の圧電素子保持部 41 内への入り込みを防止するようにしたが、例えば、図 7 に示すように、連通孔 42 内の一部に他の部分よりも断面積を狭く流路抵抗が大きい抵抗部 43 を設けるようにしてもよ

【数 3】

$$x > \frac{\sqrt{2 \times P \times t}}{\sqrt{R \times S}} \quad (1)$$

【0069】また、連通孔 42 の流路抵抗  $R$  は、連通孔 42 の断面形状が半径  $a$  の略円形である場合には、封止部材（未硬化樹脂）45 が粘度  $\mu$  であるとする、下記式 (2) で表される。また、連通孔 42 の断面形状が、長辺  $2a$ 、短辺  $2b$  の長さである略矩形を有する場合には、下記式 (3) で表される。

【0070】

【数 4】

$$R = \frac{8\mu}{\pi a^4} \quad (2)$$

【0071】

【数 5】

い。これにより、封止部材 45 が引き込まれる長さが短くなり、封止部材 45 の圧電素子保持部 41 内への入り込みをより確実に防止することができる。

【0075】また、この抵抗部 43 は、計算上、連通孔 42 の封止部材 45 が入り込む位置に設けられていることが好ましい。これにより、封止部材 45 が圧電素子保持部 41 内へ入り込むことなく連通孔 42 内でより確実に停止する。

【0076】以上説明した本実施形態の構成では、乾燥流体 130 が充填された圧電素子保持部 41 内に圧電素子 300 が封止されるため、圧電素子 300 の外部環境に起因する動作不良を防止することができる。また、本実施形態では、圧電素子保持部 41 に連通する連通孔 42 を封止部材（未硬化樹脂）45 を用いて封止するようにしたので、比較的容易且つ確実に圧電素子保持部 41 を封止することができる。

【0077】なお、封止部材 45 としては、揮発性溶媒を含有する樹脂の他、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂等を挙げることができる。

【0078】（実施形態 2）図 8 は、実施形態 2 に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【0079】本実施形態では、図 8 に示すように、圧電素子 300 を駆動するための駆動回路 110 及びこの駆動回路 110 に接続される駆動配線 120 が、樹脂からなるモールド部材 150 によって覆われて保護され、且つこのモールド部材 150 によって連通孔 42 が封止されている。すなわち、駆動回路 110 等を保護するためのモールド部材 150 が連通孔 42 を封止する封止部材を兼ねるようにした以外は、実施形態 1 と同様である。

【0080】また、モールド部材 150 は、駆動回路 1



10や駆動配線120の耐環境性及び耐振動性の向上を目的として被覆するものであるため、駆動回路110及び駆動配線120に密着させて、気泡などが混入しない状態で被覆することが好ましい。

【0081】このようなモールド部材150の形成方法は、特に限定されないが、以下のような方法で製造することが好ましい。

【0082】まず、未硬化状態のモールド部材150を所望の部位に滴下する。次いで、部品全体を所定の密封空間内に配置してこの密封空間を減圧する。このとき、未硬化のモールド部材150内に混入した気泡が膨張し、モールド部材150から気泡が排除されると共に、モールド部材150が駆動回路110や駆動配線120に密着される。その後、密封空間内を大気圧に戻し、常温で又は加温等によってモールド部材150を固化させる。

【0083】このような方法でモールド部材150を形成することにより、モールド部材150に気泡が混入することがなく、信頼性の高い被覆が可能になる。

【0084】また、本実施形態では、モールド部材150によって連通孔42を封止しているため、密封空間内を大気圧に戻す際に、未硬化のモールド部材150が、連通孔42を通じて溝部42aに流入する。このとき、図3及び図7に示すように、溝部42aを所定寸法で形成してあるので、モールド部材150の侵入速度は溝部42aの途中で著しく減少し、圧電素子保持部41内にモールド部材150が入り込むことなく、圧電素子保持部41が確実に密封される。

【0085】このように、本実施形態では、モールド部材150によって、駆動回路110及び駆動配線120を被覆すると共に、同時に圧電素子保持部41を密封することができるため、製造工程の簡略化が可能になる。

【0086】また、勿論このような構成においても、実施形態1と同様に圧電素子300の外部環境に起因する破壊を防止できる。

【0087】(他の実施形態)以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0088】例えば、上述の実施形態では、圧電素子保持部41内に乾燥流体を充填するようにしたが、勿論、乾燥流体を充填させずに空気が存在していてもよい。

【0089】また、例えば、上述の実施形態では、圧電素子保持部41と外部とを連通する連通孔42を一つ設けるようにしたが、これに限定されず、勿論、複数個設けるようにしてもよい。

【0090】また、例えば、上述の実施形態では、成膜及びリソグラフィプロセスを応用して製造される薄膜型のインクジェット式記録ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、グリーンシートを貼付する等の方法により形成される厚膜型のインクジェ

ット式記録ヘッドにも本発明を採用することができる。

【0091】また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図9は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0092】図9に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0093】そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ軸5に沿ってプラテン8が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【0094】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、乾燥流体が充填された圧電素子保持部内に圧電素子が封止されるため、圧電素子、特に圧電体層の外部環境に起因する破壊を防止することができる。また、圧電素子保持部に連通する連通孔を未硬化樹脂を用いて封止するようにしたので、比較的容易且つ確実に圧電素子保持部を封止することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの概略を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの平面図及び断面図である。

【図3】本発明の実施形態1に係る接合部材の裏面図である。

【図4】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図5】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図6】封止部材が連通孔内に引き込まれる時間と長さの関係を示すグラフである。

【図7】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す平面図である。

【図8】本発明の実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

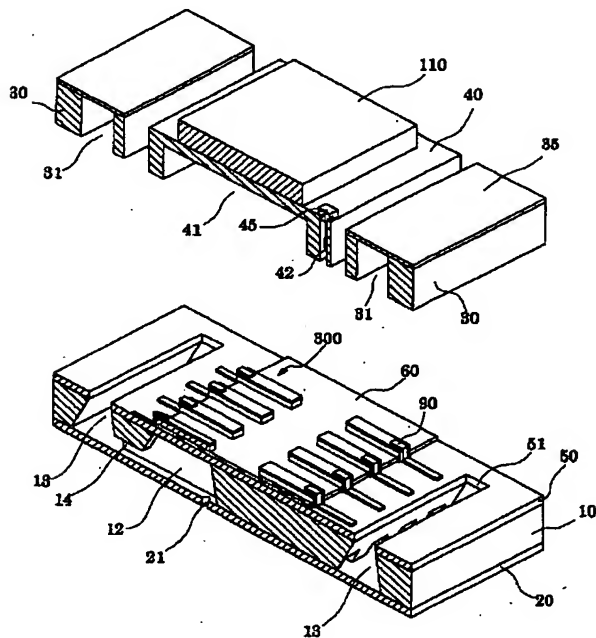
【図9】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

【符号の説明】

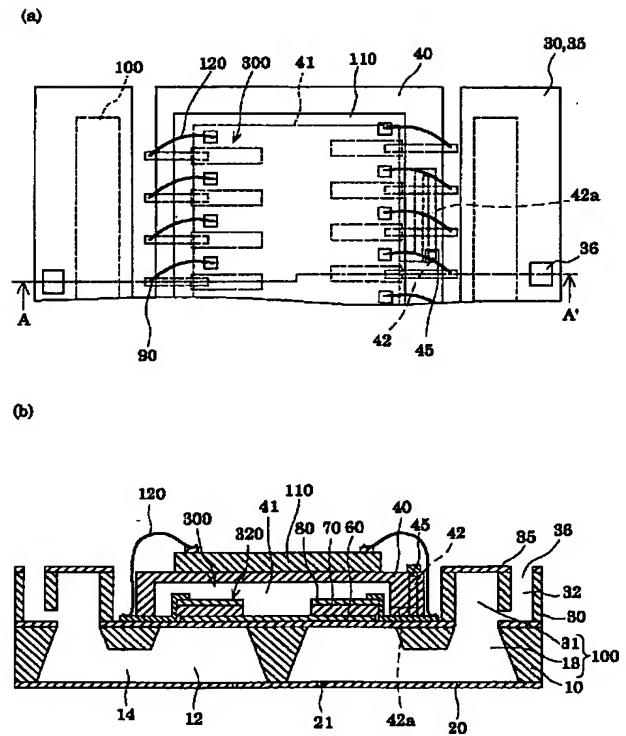
10 流路形成基板  
11 隔壁  
12 圧力発生室  
13 連通部  
14 インク供給路  
20 ノズルプレート  
21 ノズル開口  
30 リザーバ形成基板

31 リザーバ部  
35 封止板  
40 接合部材  
41 圧電素子保持部  
42 連通孔  
42a 溝部  
50 弾性膜  
60 下電極膜  
70 圧電体層  
80 上電極膜  
300 圧電素子

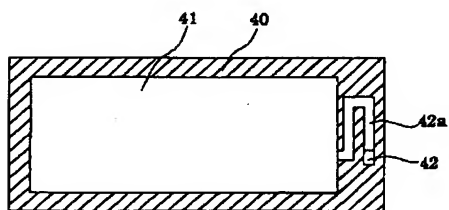
【図1】



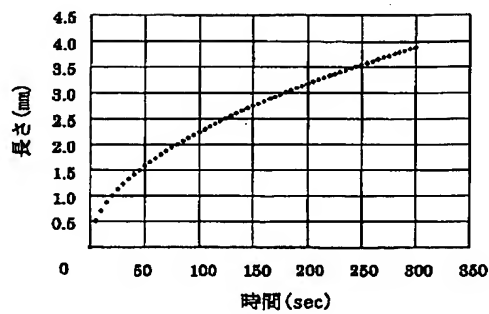
【図2】



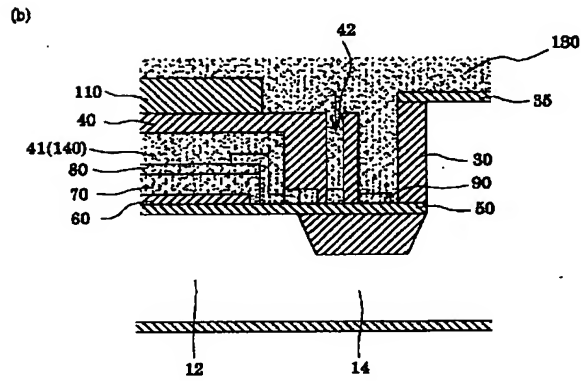
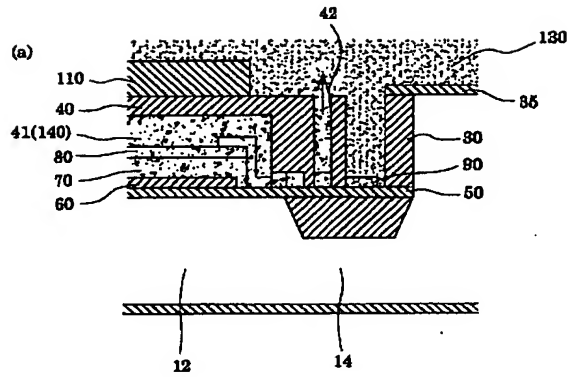
【図3】



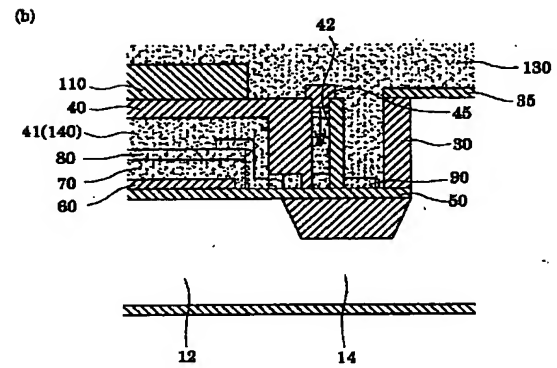
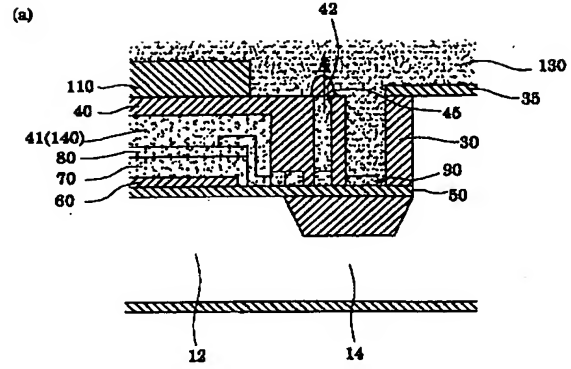
【図6】



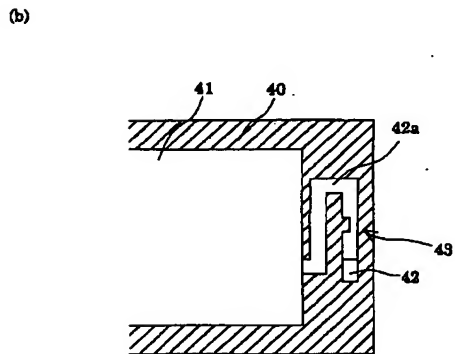
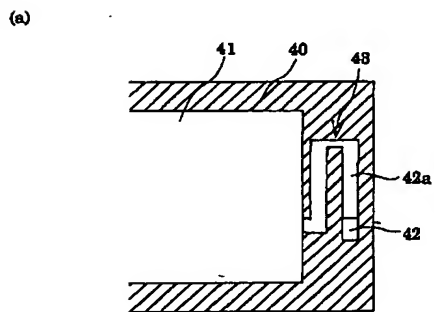
【図 4】



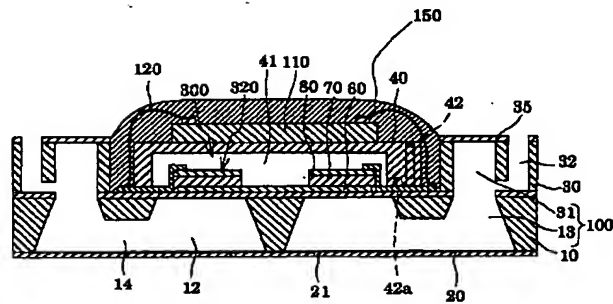
【図 5】



【図 7】



【図 8】



【図9】

